

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2529741号

(45) 発行日 平成 8 年(1996) 9 月 4 日

(24) 登録日 平成 8 年(1996) 6 月 14 日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 5 B 33/22

H 0 5 B 33/22

33/02

33/02

請求項の数14(全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平1-314124

(22) 出願日 平成 1 年(1989) 12 月 1 日

(65) 公開番号 特開平2-276191

(43) 公開日 平成 2 年(1990) 11 月 13 日

(31) 優先権主張番号 5 8 4, 8 6 3-6

(32) 優先日 1988 年 12 月 2 日

(33) 優先権主張国 カナダ (C A)

(73) 特許権者 999999999

ナショナル リサーチ カウンシル オ
ブ カナダ/コンセイユ ナショナル
ド ルシエルシュ デュ カナダ
カナダ プロバンス オブ オンタリオ
オタワ (番地なし)

(72) 発明者 ジェルジー エイ ドブロウォルスキー
カナダ ケー1 ヴィ 8 ビー6 オンタ
リオ オタワ トラバース ドライブ
2091

(72) 発明者 ブリアン ティー サリバン
カナダ ケー1 ジェイ 9 ケー4 オン
タリオ グロセスター キャッドボロ
ロード 1099 アパートメント 212

(74) 代理人 弁理士 鎌田 文二

審査官 楨原 進

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学干渉式EL素子

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 a) 少なくとも一つの層から成る、EL光を透過する前部電極電気光学部材 2 と、

b) 前部電極電気光学部材の後側にある、少なくとも一つの層より成る対向電極電気光学部材 8 と、

c) 前部電極電気光学部材 2 と対向電極電気光学部材 8 の間にある、少なくとも一つの層から成るEL電気光学部材 10 と、

d) 周辺光に対してほぼ透明な少なくとも一つの光学干渉膜 20、22、24、26 から成る、前記電気光学部材 2、8、10 の少なくとも一つに界面接触する光学部材 12、14、16、18 とからなるEL素子において、

少なくとも 1 つの光学部材 14、16 が前記対向電極電気光学部材 8 と界面接触しており、前記光学干渉膜が入射光の少なくとも 90% を所定の波長で透過させるような消光

2

率を有し、

前記光学干渉膜の厚みと材料を前記電気光学部材の厚みと材料に応じて選択してスペクトル反射率を変化させて、視る人の方へ向う周辺光の反射率を、前記光学干渉膜の界面で部分的に反射された光の光学干渉と、電気光学部材の各層の界面で部分的に反射された光の光学干渉との組み合わせにより、減小させることを特徴とする光学干渉式EL素子。

【請求項 2】 前記少なくとも一つの光学部材が、可視光に対して部分的な吸収性を有する少なくとももう一つの膜 30、32、34、36 を備え、視る人の方へ向う周辺光の反射率を、前記少なくとももう一つの膜により引き起した光の光学干渉強化吸収により、減小させることを特徴とする請求項 1 記載の光学干渉式EL素子。

【請求項 3】 a) 前部電極電気光学部材とEL電気光学部

材との間にあり、少なくとも一つの層より成る、EL光を透過する誘電性の第1電気光学部材と、

b) 対向電極電気光学部材とEL電気光学部材との間にあり、少なくとも一つの層より成る、EL光を透過する誘電性の第2電気光学部材とを有し、

c) 前記の少なくとも一つの電気光学部材が、誘電性の第1電気光学部材と誘電性の第2電気光学部材とを含む、

ことを特徴とする請求項1もしくは2に記載の光学干渉式EL素子。

【請求項4】前記電気光学部材の各層の厚みと材料を、反射率が光干渉により減少されるように選択することを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の光学干渉式EL素子。

【請求項5】前記の少なくとも一つの光学部材が、対向電極電気光学部材の前面に界面接触しており、このため対向電極電気光学部材からの光の反射率が、EL光が発せられる波長を含む可視スペクトラムの全域にわたって、光学干渉強化吸収法により、減少させられることを特徴とする請求項2ないし4のいずれかに記載の光学干渉式EL素子。

【請求項6】a) 対向電極電気光学部材が、EL光が発せられる波長で、低い反射率と高い透過率を備えており、
b) 前記の少なくとも一つの光学部材が、対向電極電気光学部材の後面と界面接触しており、
c) この光学部材のほぼ透明な膜と光を部分的に吸収する膜との厚みと材料が、EL光が発せられる波長において、反射率が明度を増大させる程大きく、他方、他の波長においては、光の吸収率が、これらの他の波長で見る人の方へ向かう周辺光の反射率を減少させるほど大きくなるように選択したことを特徴とする請求項2ないし4のいずれかに記載の光学干渉式EL素子。

【請求項7】a) 前記の光学部材14が、前記対向電極電気光学部材8の前面に界面接触しており、光学部材14のほぼ透明な膜と光を部分的に吸収する膜との厚みと材料が、EL光を発する波長において、この光学部材14の透過率が高く、他方、それ以外の波長においては光の吸収率が、これらの波長で見る人の方へ向う周辺光の反射率を減少させるほど大きくなるように選択したことを特徴とする請求項2ないし4のいずれかに記載の光学干渉式EL素子。

【請求項8】前部電極電気光学部材と後部電極電気光学部材のそれぞれが、複数の電極電気光学部材の一つから成り、前部電極電気光学部材と対向電極電気光学部材とを部分的に重ね合わせるにより表示素子を形成していることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の光学干渉式EL素子。

【請求項9】前部電極電気光学部材と対向電極電気光学部材がピクセル表示素子のグリッドを形成していることを特徴とする請求項8記載の光学干渉式EL素子。

【請求項10】異なるオーバーレイの各膜と各層の厚みと材料の選択にあたっては、EL光が全く発せられていない場合に表示素子がほぼ均質な外観を呈するように、光学干渉法により異なったオーバーレイ領域で反射率と透過率とが等しくなるように選択することを特徴とする請求項8もしくは9記載の光学干渉式EL素子。

【請求項11】前記の少なくとも一つのほぼ透明な光学干渉膜20、22、24、26が、ほぼ透明で、少なくとも約0.035 μm の光学厚みを有することを特徴とする請求項10記載の光学干渉式EL素子。

【請求項12】光を部分的に吸収する前記の少なくとももう一つの光学膜が、所定波長で少なくとも約35%の透過率を有していることを特徴とする請求項2記載の光学干渉式EL素子。

【請求項13】ほぼ透明な少なくとも1つの光学干渉膜20、22、24、26が、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 HfO_2 、 Sc_2O_3 、 TiO_2 、 ITO 、 La_2O_3 、 MgO 、 Ta_2O_5 、 ThO_2 、 Y_2O_3 、 CeO_2 、 AlF_3 、 CeF_3 、 Na_3AlF_6 、 LaF_3 、 MgF_2 、 ThF_4 、 ZnS 、 Sb_2O_3 、 Bi_2O_3 、 PbF_2 、 NdF_3 、 Nd_2O_3 、 Pr_6O_{11} 、 SiO 、 NaF 、 ZnO 、 LiF 、 GdO_3 のいずれかから成る請求項11に記載の光学干渉式のEL素子。

【請求項14】部分的に光を吸収する少なくとも1つの前記光学膜30、32、34、36が Al 、 Cu 、 Au 、 Mo 、 Ni 、 Pt 、 Rh 、 Ag 、 W 、 Cr 、 Co 、 Fe 、 Ge 、 Hf 、 Nb 、 Pd 、 Re 、 V 、 Si 、 Se 、 Ta 、 Y 、 Zr 、インコネル、ニクロムのいずれかから成る請求項12に記載の光学干渉式EL素子。

【発明の詳細な説明】

この発明は、反射率の小さな光学干渉式EL素子 (optical interference, electroluminescent device) に関するものである。

EL素子 (electroluminescent device) は、EL層 (このEL層は誘電体の間にサンドイッチ状に挟まれている場合もある) の両側に電極を設けて成るものが代表的である。このEL素子の電極に電圧を加えると、光がEL層より発せられる。この光は、電極が透明な場合、電極を透過する。周辺光の照度 (illumination) が大きい場合、EL層が発した光と、EL素子で反射した周辺光とから構成された光が見る人に達する。ここで、EL層が発した光の輝度 (luminance) を L_{on} 、EL素子の反射率を R 、周辺照度を λ とすると、信号対反射周辺光の比 (SRA) は、次の式 (1) で表される。

$$\text{SRA} = L_{\text{on}} / (R \cdot \lambda)$$

明らかにSRAは大きいのが望ましく、大きなSRAは、所定の周辺光照度下において明度 (brightness) を増大するか、もしくはEL素子の反射率を減少させることにより、得られる。

ところで、現在、像を表示できる表示装置への関心は非常に高いけれども、電子表示装置、特に発光表示装置は、周辺光の反射率が大きく、従って表示された像が不明瞭 (wash-out) になりやすいために、周辺光準位が

大きい場合（例えば太陽光線）には、十分な性能を発揮しない。

表示装置に表示される像は、スクリーンバックグラウンドに対して輝度がより高い表示スクリーンの活性されたピクセル（輝度 L_{ON} のONピクセル）により形成される。ある特定の像のスクリーンバックグラウンドは、不活性のピクセル（輝度 L_{OFF} のOFFピクセル）と表示装置の受動要素（すなわちピクセルとピクセルの間の領域）とから成る。

表示された像の可読性（legibility）は、コントラスト比により量的に定義できる。いま、ピクセルの反射率を R 、周辺照度を I_{amb} とし、表示装置の受動要素を単純化のため無視すると、コントラスト比（CR）は、次式（2）で表わすことができる。

$$CR = (L_{ON} + R \cdot I_{amb}) / (L_{OFF} + R \cdot I_{amb})$$

コントラスト比が一定値より小さいと、可読性は低下し、表示装置の性能が不十分であると判定できる。周辺照度が高い場合、コントラスト比は悪化し、 L_{ON} を増大するかもしれないが周辺光ピクセルでの反射率を最小にしない限り、1に近づく。

コントラスト比を改善して、電気表示装置の可読性を向上させるため、従来は、表示装置の外側部に抗反射被覆を施したり、補助的なフィルタ一部材（たとえば、偏光子、帯域フィルタ、中性フィルタ、ルーバースクリーン、プラスチックメッシュ等）を用いて来た。この種の従来技術を用いた場合、表示装置の明度が、許容できない程低下することも珍しくなかった。表示装置の明度の低下を補償しようとしてピクセルの輝度を増大させると、表示装置の寿命が短くなったり可読性が劣化する怖れがある。

一つの有力な電気光学素子に、いくつかの顕著な特性を備えたEL素子がある。その特性とは、低電力、潜在的に高いコントラスト、軽重量、広い視角、ルミネセンス対電圧特性の非線形性（これは、マトリックスのアドレス指定のために重要）、および多色表示能である。代表的な交流EL素子は、以下のものとして働く電気光学部材より構成されている。すなわち、

- a) 前部透明電極
 - b) 第1透明誘電体
 - c) EL部材
 - d) 第2誘電体
 - e) 後部電極すなわち対向電極
- である。

誘電体b)およびd)は、EL素子を直流で動作させるために、省略されている場合もある。前記電極に電圧を加えると、大きな電界がEL部材に発生し、電界発光（electroluminescence）つまりEL光が生じる。誘電層は、EL素子中の電流を制限し、EL部材の破壊的な絶縁破壊を防止するために用いられるものであるが、その場合、EL素子は電気的にコンデンサーとなっているから、電極に

は交流電圧を加える必要がある。大画面の表示装置の場合、対向電極の抵抗率は小さくしなければならない。このため、通常、対向電極は、例えばアルミニウムの如き金属で作る必要がある。その結果、不都合なことに、表示装置の反射率は、光学スペクトルの可視部分で大きくなる。

EL素子の特定の応用例として、前部電極a)と後部電極e)がヒトの視る方向において部分的に重なり合っているとき、ピクセルあるいはより一般的に言ってパターンが形成されるような表示装置がある。金属製の対向電極は、周辺光を強く反射するから、周辺光の照度が高い場合、表示装置のコントラスト比は小さくなる。

現在、周辺光の全反射率が小さくコントラスト比を著しく改善したEL素子が求められている。出願人は、光学干渉（optical interference）として知られている薄膜現象を利用すれば、このようなEL素子を実現できることを見出した。

光学干渉とは、二つもしくはそれ以上の電磁放射（光）が重ね合さることによりひき起こされる、電磁波振幅の距離的もしくは時間的变化を言う。ここで言う、二つもしくはそれ以上の波は、薄膜多層構造体の各膜と各層の厚みが当該波長での光学干渉を維持するに十分であるなら、薄膜多層構造体（この発明ではこれを用いている）の界面での反射もしくは透過により生ずるものでもよい。

米国特許No. 4287449号（出願日：1981年9月1日、名称：EL表示板の後部電極用の光吸収膜、発明者：M. Takeda その他）は、透明電極を透過する周辺光を吸収するために、少なくとも一つの光吸収層を、後部誘電層と対向電極との間に設けた表示パネルを提案している。この構成においては、複数の光吸収層を形成することができる。光吸収層を形成する材料としては、 Al_2O_3 、 Al_2O_3-xMo 、Zr、Ti、Y、Ta、Ni、Alもしくはこれらに類似の物質が使用でき、厚みは10～300Åが好ましいとされている。

光の基礎吸収（intrinsic absorption）とは、電磁放射（光）エネルギーが入射するもしくは横切る物体に、電磁放射（光）エネルギーの一部が伝達される過程として定義される。前述したように、薄膜多層構造体の各膜と各層の厚みが当該波長での光学干渉を維持するに十分であるなら、光学干渉現象により、薄膜多層構造体中での光の吸収量を、基礎吸収のみの吸収量を越えて著しく増大させることができる。このような現象を、以下、光学干渉強化吸収（optical interference enhanced absorption）と呼ぶ。

前記米国特許は、すぐれたものではあるが、各層の厚みが、光学干渉強化吸収により光の反射率を最小限度におさえることができないような厚さに設定されているため、主として周辺光の基礎吸収だけを利用している。

そこで、この発明では、

- a) 少なくとも一つの層から成り、EL光を透過する前部

電極電気光学部材と、

b) 前部電極電気光学部材の後側にあり、少なくとも一つの層より成る対向電極電気光学部材と、

c) 前部電極電気光学部材と対向電極電気光学部材との間にあり、少なくとも一つの層から成るEL電気光学部材と、

d) 周辺光に対してほぼ透明な少なくとも一つの光学干渉膜から成り、前記電気光学部材の少なくとも一つに界面接触する光学部材と、
から成り、

前記光学干渉膜の厚みと材料を、前記電気光学部材の厚みと材料に応じて選択することによりEL素子のスペクトル反射率を変化させて、見る人の方へ向う周辺光の反射率を、前記光学干渉膜の界面で部分的に反射された光の光学干渉と、前記電気光学部材の各層の界面で部分的に反射された光学干渉とを組み合わせることにより減小させるような、反射率の小さな光学干渉式EL素子を提案する。

前記の光学部材（すなわち、少なくとも一つの光学干渉膜）は、可視光に対して部分的な吸収性を有するもう一つの膜を備えていてもよい。このような構成にすれば、EL素子のスペクトル反射率と吸収率は、光学部材のほぼ透明な膜と光を部分的に吸収する膜との厚みと材料を、電気光学部材の厚みと材料に組み合わせることにより変化させることができ、その結果、見る人へ向かう周辺光のEL素子での反射率を、前記もう一つの膜（光を部分的に吸収する膜）がひき起す光の光学干渉強化吸収により、さらに一層減小させることができる。

このように、本願では、前記米国特許とは異なり、反射率を小さくするために光学干渉を利用しており、また必要に応じて、光学干渉強化吸収を利用している。

この発明のEL素子はまた、

a) 前部電極電気光学部材とEL電気光学部材との間にあり、少なくとも一つの層より成る、EL光を透過する誘電性の第1電気光学部材と、

b) 対向電極電気光学部材とEL電気光学部材との間にあり、少なくとも一つの層より成る、EL光を透過する誘電性の第2電気光学部材と、
から成り、

c) 前記電気光学部材の少なくとも一つが、誘電性の第1電気光学部材と誘電性の第2電気光学部材とを含む、ものであってもよい。

このようなEL素子の電気光学部材の各層の厚みと材料とは、光学干渉によりEL素子の反射率をさらに減小させるように選択してもよい。

前記の少なくとも一つの光学部材が、光を部分的に吸収する膜を備えている場合、

a) 対向電極電気光学部材の反射率は大きくてもよく、

b) 対向電極電気光学部材からの光の反射率が、発せられるEL光の波長を含んだ可視スペクトラムの全域におい

て、光学干渉強化吸収により減小するように、前記の少なくとも一つの光学部材を対向電極電気光学部材に界面接触させてもよい。

また、前記の少なくとも一つの光学部材が光を部分的に吸収する膜を備えている他の実施例では、

a) 対向電極電気光学部材は、EL光が発せられる波長

で、低い反射率と高い透過率を備えており、

b) 前記の少なくとも一つの光学部材は、対向電極電気光学部材の後面と界面接触しており、

10 c) この光学部材のほぼ透明な膜と光を部分的に吸収する膜の厚みと材料は、EL光が発せられる波長において、反射率がEL素子の明度を増大させる程大きく、他方、他の波長においては光の吸収率が、これらの他の波長で見る者の方へ向かう、EL素子の周辺光の反射率を減小させるほど大きくなるように、設定する。

さらに、前記の少なくとも一つの光学部材が光を部分的に吸収する膜を備えているような他の実施例にあっては、

a) 対向電極電気光学部材は、大きな反射率を備え、

20 b) 前記の少なくとも一つの光学部材は、電気光学部材のいずれか一つの前面に界面接触しており、

c) この光学部材のほぼ透明な膜と光を部分的に吸収する膜との厚みと材料は、EL光が発せられる波長において、この光学部材を透過する透過率が高く、他方、それ以外の波長においては光の吸収率が、これらの波長で見る者の方へ向う、EL素子の周辺光の反射率を小さくするほど大きくなるように、選択する。

この発明のさらに別の実施例においては、前部電極電気光学部材と対向電極電気光学部材は、それぞれ、複数の電極電気光学部材の一つから成り、前部電極電気光学部材と対向電極電気光学部材とは、部分的に重ね合さって表示素子を形成している。

前部電極電気光学部材と対向電極電気光学部材は、複数の電極電気光学部材から形成されている場合、ピクセル表示素子のグリッドを形成することができる。

また、複数の電極電気光学部材が設けられている場合は、異なるオーバーレイ (overlay) の領域での各膜と各層の厚みと材料は、光学干渉法により、EL素子の異なるオーバーレイ領域のそれぞれの反射率と透過率とがほぼ等しくなるように選択する。これは、EL光が発せられていない場合に、表示素子の外観が見る者にほぼ均質に現れるようにするためである。

ほぼ透明な前記の少なくとも一つの光学膜は、入射光の少なくとも約90%が所定の波長で透過するような消光率 (extinction coefficient) を備え、少なくとも約0.035 μm の光学厚み (これは、屈折率とメートル厚み (metric thickness) の積) を有していてもよい。

光を部分的に吸収する前記のもう一つの光学膜は、所定の波長において少なくとも約35%の透過率を備えていてもよい。

さて、このように、この発明の提案する反射率の小さな光学干渉式EL素子は、少なくとも一つの膜から成る少なくとも一つの光学部材を備えており、この膜の材料と厚みは、本EL素子の適正な電気光学動作によく適合し、周知の薄膜光学干渉現象の進行を維持しうるようなものである。

この発明では、光学部材にさらに膜を追加してもよい。このような膜は、光学干渉のためには不必要であるが、光学部材と、この光学部材に界面接触する電気光学部材との適合性 (compatibility) を高める働きをする。電気光学部材の各層の材料と厚みは、EL素子全体からの周辺光の反射率を低くするように選択することができる。また、光学部材の各層の厚みと材料は、光学部材が、光学部材に界面接触している電気光学部材の前部界面での周辺光の反射を最小にするか、もしくはEL素子全体からの周辺光の全反射を最小にするように、選択することもできる。光学部材を電気光学部材と界面接触させて用いることにより、よりすぐれた性能すなわちより低い反射率を得ることができ、また、電気光学部材の各層についての要件を一層、軽減することができる。

この発明の効果を立証するためにテストを行なったところ、EL表示素子に光学部材を組み込むと太陽光線下での表示素子のコントラスト比 (CR) と可読性を著しく改善できることが、判明した。また、このテストにより、EL素子に使用する光学部材は、スペクトル帯域幅や入射角の全範囲にわたる、周辺光の吸収や透過や反射が特定のEL素子の要求に合致するように、たやすく設計、製造できることが分った。

以下、添付図面に沿いつつこの発明を説明する。

第1図に反射率の低い光学干渉式EL素子を符号1で全体的に示した。このEL素子は、

a) 二つの層4、6より成り、EL光を透過する前部電極電気光学部材2と、

b) 前部電極電気光学部材2の後側にあり、一つの層より成る対向電極電気光学部材8と、

c) 前部電極電気光学部材2と前記対向電極電気光学部材8との間にあり、一つの層より成るEL電気光学部材10と、

d) 前記電気光学部材2、8、10の少なくとも一つに対して界面接触する一つの光学部材 (この実施例の場合、光学部材12、14、16、18) とを備え、

前記光学部材12、14、16、18は、それぞれ、周辺光に対して透過性を備えた少なくとも一つの光学干渉膜20、22、24、26から成り、このため、本EL素子のスペクトル反射率が、電気光学部材2、8、10の厚みと材料に応じて選択した光学干渉膜20、22、24、26の厚みと材料により変化させられ、その結果たとえばY方向やZ方向で視る人の方へ向かう周辺光Xの本EL素子1での反射率を、光学干渉膜20、22、24、26のそれぞれの界面で部分的に反射される光の光学干渉と、前記電気光学部材2、8、

10の各層の界面で部分的に反射される光の光学干渉との組合せにより、減小させるようなEL素子である。

この実施例では、電気光学部材2、8、10と光学部材12、14、16、18は、ガラス基板28の上に被覆加工したものである。

前部電極電気光学部材2の層4、6は、酸化錫インジウム (ITO) と金よりなる透明な層でもよい。

対向電極電気光学部材8は、アルミニウムより形成してもよい。

EL電気光学部材10はZnS:Mnでもよい。

光学部材12、14、16、18のほぼ透明な光学干渉膜20、22、24、26は、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 ZrO_2 、 HfO_2 、 Sc_2O_3 、 TiO_2 、 La_2O_3 、 MgO 、 Ta_2O_5 、 ThO_2 、 Y_2O_3 、 CeO_2 、 AlF_3 、 CeF_3 、 Na_3AlF_6 、 LaF_3 、 MgF_2 、 ThF_4 、 ZnS 、 Sb_2O_3 、 Bi_2O_3 、 PbF_2 、 NdF_3 、 Nd_2O_3 、 Pr_6O_{11} 、 SiO 、 NaF 、 ZnO 、 LiF 、 GdO_3 もしくはこれら以外の当業者に公知の適当な薄膜材料から成るほぼ透明な膜であってよい。このほぼ透明な膜の光学厚み (すなわち、屈折率とメーラー厚み (metric thickness) との積) は、少なくとも約 $0.035 \mu m$ であるのが好ましく、その消光率 (extinction coefficient) は、少なくとも入射光の約90%が所定波長で透過するようなものであるのが好ましい。

この発明の実施例のいくつかにあつては、光学部材12、14、16、18の少なくとも一つは、可視光に関して部分的な吸収性のある少なくとももう一つの別の膜30、32、34、36をそれぞれ有し、本EL素子1のスペクトル反射率とスペクトル吸収率を、光学部材12、14、16、18のほぼ透明な膜20、22、24、26と光を部分的に吸収する膜30、32、34、36との厚みと材料を、電気光学部材2、8、10の各層の厚みと材料とに組合せることにより、変化させる。これにより例えばX方向やZ方向で視る人に向かって進む周辺光のこのEL素子での反射率は、光を部分的に吸収する光学干渉膜30、32、34、36がひき起す光の光学干渉吸収によりさらに減小させられる。

前記の光を部分的に吸収する光部分吸収膜30、32、34、36は、たとえば、Al、Cu、Au、Mo、Ni、Pt、Rh、Ag、W、Cr、Co、Fe、Ge、Hf、Nb、Pd、Re、V、Si、Se、Ta、Y、Zrであつてもよく、またこれらの金属の合金 (インコネル、ニクロム等) や前記金属や合金の吸収酸化物であつてもよい。光を部分的に吸収する膜の消光率と厚みとは、所定波長でのこの膜の透過率が、光学干渉を無視した場合少なくとも約35%になるように設定する必要がある。

これまで述べて来たEL素子1は、特に、電極電気光学部材2と8の間に直流電圧を印加する場合に特に適したものである。

絶縁破壊に対してEL電気光学部材10を安定化させるために、EL素子1にさらに次の部材を備えてもよい。すなわち、

a) 前部電極電気光学部材2とEL電気光学部材10との間

にあり、少なくとも一つの層（本実施例では二つの層40と42）から成る第1の誘電性電気光学部材38と、

b) 対向電極電気光学部材8とEL電気光学部材10との間にあり、少なくとも一つの層（実施例では二つの層46と48）から成る第2の誘電性電気光学部材44とを備え、

c) また、電気光学部材2、8、10、38、44の少なくとも一つに、光学部材12、14、16、18、50、52のうちの少なくとも一つを設けてもよい。すなわち、第1の誘電性電気光学部材38と第2の誘電性電気光学部材44とが備わっているとき、これらに、膜54と56から成りまた必要に応じて膜58と60とを有する光学部材50と52のうち少なくとも一つを設けてもよい。膜54、56はほぼ透明であり、また膜58、60は可視光に関して部分的な吸収性をそなえている。光学部材50、52は、第1、第2誘電性電気光学部材38、44と界面接触している。本EL素子のスペクトラム反射率は、膜20、22、24、26、30、32、34、36、54、56、58、60のそれぞれの厚みと材料（この厚みと材料は、電気光学部材2、8、10、38、44の厚みと材料に応じ選択する）により変化させられ、その結果、例えばY方向やZ方向で視る人の方へ向う周辺光の本EL素子による反射率は、膜20、22、24、26、30、32、34、36、54、56、58、60のいずれかの界面で部分的に反射される光の光学干渉と、電気光学部材2、8、10、38、44の各層の界面で部分的反射される光の光学干渉とが組み合わさることにより減少する。誘電性電気光学部材38、44を備えたEL素子を作動させるには、交流電圧を電極用電気光学部材2、8に印加する。

この発明のいくつかの実施例にあっては、電気光学部材2、8、10の各層の厚みと材料は、EL素子1の反射率*

表

部材 (第1図)	設置順序	材料	膜と層の厚み(μm)		
			システムa	システムb	システムc
28	基板	ガラス	2mm	2mm	2mm
2	1	ITO	0.2000	0.2000	0.1163
38	2	Y ₂ O ₃	0.3000	0.3000	0.2567
10	3	ZnS:Mn	0.6000	0.6000	0.4690
44	4	Y ₂ O ₃	0.3000	0.3000	0.1690
14	5	インコネル	—	0.0013	0.0013
	6	ZrO ₂	—	0.0510	0.0338
	7	インコネル	—	0.0119	0.0098
	8	ZrO ₂	—	0.0521	0.0519
8	9	Al	不透明	不透明	不透明
視感反射率			83.6%	3.1%	1.8%

接触している。対向電極電気光学部材8は、アルミニウムから成り、その反射率は大きい。この表Iに示した、システムbに用いられる光学部材14の各膜の材料と厚みは、対向電極電気光学部材8からの光の反射率が、発せられるEL光の波長を含む可視スペクトルの全域において

*を光学干渉によりさらに減小させるように選択する。また電気光学部材38、44が備えられている場合には、それらの各層の厚みと材料も同じように選択する。

また、この発明のさらに別の実施例では、光学部材14が光部分吸収膜32を有している場合、

a) 対向電極電気光学部材8の反射率は大きくてもよく、

b) また、少なくとも光学部材14は、対向電極電気光学部材8の前面に界面接触しており、この光学部材14は、対向電極電気光学部材8からの光の反射率を光学干渉強化吸収法により、可視スペクトルの全域において減小させるようなものである。ただし、この可視スペクトルは発せられるEL光の波長を含んでいる。

以下に掲げた表Iに、この発明のEL素子の特定の実施例と公知のEL素子とを比較するために両者の特性を対照的に示した。

この表Iでは、三つのEL素子がそれぞれシステムa、システムb、システムcで示されている。システムaは従来技術による公知EL素子であって、五つの電気光学部材2、8、10、38、44を、表Iに示す順序で、ガラス基板28に置いて成るものである。また表Iには、電気光学部材2、8、10、38、44の材料とメートル厚み(metric thickness)とが示されているが、これは従来技術において採用されている代表的な材料と数値である。システムbは、この発明の特定の実施例であり、光学部材14は、ZrO₂で形成したほぼ透明の膜22と、インコネルで形成した光を部分的に吸収する膜32とから構成されている。この光学部材14は対向電極電気光学部材8の前面に界面

減小するように、選択されている。システムcは、この発明の特定の実施例である。この表Iに示すシステムcの電気光学部材2、8、10、38、44の各層の厚みと材料は、光学部材14の各膜と共に、EL素子1の反射率を光学干渉により一層減小させるように選択されている。

表 I に示した各 EL 素子のスペクトル反射率 R は、第 2 図に、標準明所視観察者曲線 $V(\lambda)$ (standard photopic observer curve) と共に示されている。第 2 図の実線はシステム a を、一点鎖線はシステム b を、二点鎖線はシステム c を表わしている。

表 I に示す各システムの視感反射率 (luminous reflectance) は、 $V(\lambda)$ の積分で割った、あるシステムの反射率 $R(\lambda)$ を用いた $V(\lambda)$ の積分値として定義される。表 I から分るように、視感反射率は、システム a では、83.6% であるが、システム b では 3.1% に減少している。電気光学部材 2、8、10、38、44 の各層の厚みと光学部材 14 の各膜の厚みを適宜に選択することにより、システム c では視感反射率はさらに 1.8% まで減少している。このように、従来技術に比較すると、この発明の EL 素子では反射率の著しい減少がみとめられる。

システム b には光学部材 14 が設けられているから、対向電極電気光学部材 8 からの光の反射率を、先に定義した光学干渉強化吸収法により減少させることができる。光を部分的に吸収するインコネル膜 32 に入射する光は、部分的に反射され、吸収されもしくは透過させられる。インコネル膜 32 を透過する光は、対向電極電気光学部材 8 により主として逆反射させられて見る人の方へ向かう。しかし、この光はまたインコネル膜 32 により再びアルミニウム層 (対向電極電気光学部材) 8 の方へ逆反射させられる。また、光学部材 14 の膜 22 と 32 の厚みを適切に選択して、対向電極部材 8 から見る人の方へ反射されてくる光の位相と、インコネル膜 32 から見る人の方へ部分的に反射されてくる光の位相とを異ならせれば、インコネル膜 32 とアルミニウム層 8 の両者より見る人の方へ反射してくる光は、互いに破壊的に干渉して、相殺される。このため、EL 素子 1 に入射する光の相当量が、インコネル膜 32 とアルミニウム層 8 の間にとじ込められ、この閉じ込められた光は、光を部分的に吸収する膜 32 と対向電極電気光学部材 8 とに完全に吸収されてしまうまで、インコネル膜 32 とアルミニウム膜 8 との間で、前後に反射させられるという効果が得られる。

数値計算を行なって、光を部分的に吸収する膜 32 における基礎吸収率 (intrinsic absorption) と光学干渉強化吸収率との違いを測定した。システム b の場合、ほぼ透明な膜 22 が仮に設けられていないとすれば、光を部分的に吸収する膜 32 による光の全吸収率は、波長 $0.550 \mu\text{m}$ で 65% であるだろう。しかし、システム b にはほぼ透明な膜 22 が設けられているので、光学干渉により吸収率が向上し、光を部分的に吸収する膜 32 による全吸収率は $0.550 \mu\text{m}$ の波長で 95% になり、また入射光の 4% がアルミニウム層 8 により吸収されるから、EL 素子 1 から見る人に向けて反射される光は、結局 1% 以下になる。

光学部材 16 が光を部分的に吸収する膜 34 を備えているような、この発明のさらに別の実施例にあっては、

a) 対向電極電気光学部材 8 は、EL 光が発せられる波長

において、小さな反射率と大きな透過率を有し、

b) 少なくとも光学部材 16 が、対向電極電気光学部材 8 の後面に界面接触し、

c) 光学部材 16 のほぼ透明な膜 24 と光を部分的に吸収する膜 24 との厚みと材料とは、EL 光が発せられる波長で反射率が本 EL 素子の明度を増大させるほど大きく、また上記以外の波長で光の吸収率が、この上記以外の波長で見る人の方へ向う周辺光の EL 素子 1 による反射率を減小させるほど大きくなるように、選択する。

この発明のこの実施例の理論上の反射率と吸収率を、第 3 図に示したが、この図において、EL 素子は EL 光波長 λ_{EL} で、狭帯域反射率の広帯域吸収体として挙動している。この第 3 図の実線は、EL 素子の吸収率 A を表わし、また破線は、EL 素子の反射率を表わしている。

この発明の特定の実施例では、光学部材 16 は四分の一波長の積層体 (HL) ^nHS である。ここで、 H 、 λ_{EL} の四分の一波長光学厚みと、大きな屈折率 n_H を備えたほぼ透明な膜 24 であり、 L は、 λ_{EL} の四分の一波長光学厚みと小さな屈折率 n_L を備えたほぼ透明な膜 24 であり、 S は、ほぼ透明な膜 24 と光を部分的に吸収する膜 34 とを積み重ねた積層体 (stack) を表わしている。膜 24 と膜 34 は、それぞれ、可視光スペクトラムの全域にわたる広帯域吸収率を備えている。 λ_{EL} でのピーク反射率の半値幅 (half-width) は、比 $r = (n_H/n_L)$ によって決まり、 r が 1 に接近するにつれて半値幅は減少する。 λ_{EL} での最大反射率は、四分の一波長積層体 (quarter-wave stack) の周期数 N により決定され、この最大反射率は、 N が減少するにつれて増加する。 λ_{EL} でのピークの半値幅と最大反射率は、たとえば J. A. Dobrowolski による公式 (Walten G. Driscoll 編「光学ハンドブック」マグローヒルブックコンパニー、ニューヨーク、1978) により決定してもよい。

この発明のいくつかの実施例においては、

a) 対向電極電気光学部材 8 は大きな反射率を備え、

b) 前記光学部材の少なくとも一つが、電気光学部材 2、8、10、38、44 のいずれか一つの前面と界面接触しており、

c) 光学部材 12、14、16、18、50、52 のいずれかの、ほぼ透明な膜 (20、22、26、54、56) と光を部分的に吸収する膜 (30、32、36、58、60) との厚みと材料は、EL 光が発せられる波長でその光学部材の透過率が大きく、また、前記以外の波長で光の吸収率が、見る人の方にこの前記以外の波長で向う周辺光の EL 素子での反射率を減じるほど大きくなるように、選択する。

この発明のこの実施例の理論上の透過率と吸収率は、第 4 図に示されている。この図から分かるように、EL 素子は、EL 光波長 λ_{EL} で、狭帯域透過の広帯域吸収体として挙動している。第 4 図では、実線は EL 素子の吸収率を示し、また破線は、電気光学部材 (2、10、38、44) と前記の少なくとも一つの光学部材 (12、14、16、18、5

0、52)の透過率(T)を示している。これらの光学部材は、対向電極電気光学部材8の前方に設けられている。

ある特定の実施例にあつては、光学部材12は、以下の九つの膜からなる積層体(stack)である。その膜とは、 Y_2O_3 (0.0973)、Ag (0.0173)、 Y_2O_3 (0.2493)、Ag (0.0095)、 ZrO_2 (0.0401)、インコネル (0.0036)、 ZrO_2 (0.1448)、インコネル (0.0025) および ZrO_2 (0.0705) である。() 中の数字は、層の厚み (μm) を表わしている。 Y_2O_3 と ZrO_2 はいずれもほぼ透明な膜20であり、Ag とインコネルはいずれも光を部分的に吸収する積層状の膜30である。光学部材12は、 $\lambda_{EL}=0.580 \mu m$ で63%の誘導透過率を備え、また視る人に対しては13%の小さな視感反射率を有している。これ以外の性能のよりすぐれた光学部材が設計可能であることは、当業者にとって自明であろう。

第5図と第6図に示す部材のうち、第1図に示したものと類似するものには、第1図の場合と同じ符号を付している。また、それらについての説明も以上の記述を援用する。

第5図と第6図に示す前部電極電気光学部材2は、複数の前部電極電気光学部材(その三つが、符号2、62、64で示されている)の一つから成り、また対向電極電気光学部材8は、複数の対向電極電気光学部材(その四つは符号8、66、68、70で示されている)の一つから成る。符号2、62、64で示す前部電極電気光学部材は、符号8、66、68、70で示す対向電極電気光学部材に重なり、表示素子1を形成している。

電極を重ね合せて配置したこの実施例にあつては、前部電極電気光学部材2、62、64と対向電極電気光学部材8、66、68、70により、ピクセル表示素子のグリッドが形成されていることが、理解されるであろう。ピクセルは、たとえばその一つが符号72で示されている。

また、光学部材12を設ける場合には、その膜20と30は、例えばマスク(図示省略)を介した真空蒸着法により、ガラス基板の上に被覆する点に留意すべきである。そして、前部電極電気光学部材2、62、64も同時に、例えばマスクを介して真空蒸着法により、層4および6のように被覆する。

次に、光学部材14、18、50、52と電極部材10、38、44を、例えばマスクを介した真空蒸着法により、前部電極電気光学部材2、62、64の上に順次、正しい順序で被覆する。

対向電極電気光学部材8、66、68、70を、同時に、例えば、マスクを介して真空蒸着法により、光学部材14に被覆し、そして光学部材16を、マスクを介して、対向電極光学部材8、66、68、70の上に、例えば真空蒸着法に

より被覆する。電気光学部材と光学部材をこのように順次被覆することにより、これらの部材が電極部材の後面に蒸着されて、この後面が被覆され、また両者の界面(第6図の82、84、86)が被覆される。

以上の説明から、表示素子1には、四つの領域に種類の違うオーバーレイがあり、そして、その四つの領域とは、

- i) 電極電気光学部材2と8の両者があり、これらがピクセル(例えば72)を形成しているような領域、
- ii) 前部電極電気光学部材2のみがある領域(例えば90)、
- iii) 対向電極電気光学部材8のみがある領域(例えば92)、
- iv) 電極電気光学部材2と8が両者とも存在しない領域(例えば94)、

であることが明白に理解できる。

この発明のある実施例の場合、四つの相違する種類の領域72、90、92、94にある各膜と各層の厚みと材料の選択にあたっては、EL光が全く発せられていない場合、表示素子を見る者に、表示素子がほぼ均質な外観を呈するように、光学干渉法により表示素子1の異なったオーバーレイ領域で反射率と透過率とが、ほぼ等しくなるように配慮する。

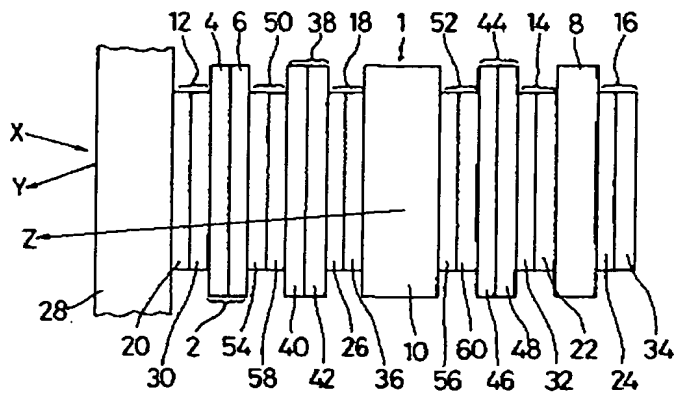
例えば、ピクセル(例えば領域72)のスペクトル反射率は、表IのシステムCについて述べたように、小さくしてもよい。また、当業者にとって、領域90、92、94の反射率を領域72について述べたように、小さくできることは、自明であろう。

【図面の簡単な説明】

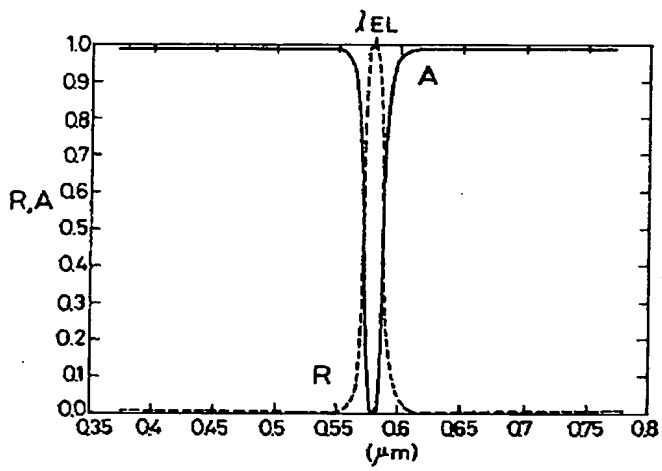
第1図は、反射率の小さな光学干渉式EL素子の拡大概略端面図、第2図は、公知EL素子のスペクトル反射率と第1図のEL素子の二つの実施例のスペクトル反射率を比較したグラフ、第3図はEL光波長で、狭帯域反射の広帯域吸収体として挙動する光学干渉式EL素子のスペクトラム反射率と吸収率を示すグラフ、第4図はEL光波長で、狭帯域反射の広帯域吸収体として挙動する光学干渉式EL素子のスペクトル透過率と吸収率とを示すグラフ、第5図は、反射率の小さな光学干渉式EL表示素子の拡大概略部分前面図、第6図は、第5図のV-Vに沿った側面図である。

- 1 ……EL素子、
- 2 ……前部電極電気光学部材、
- 8 ……対向電極電気光学部材、
- 10 ……EL電気光学部材、
- 12、14、16、18 ……光学部材、
- 20、22、24、26 ……光学干渉膜。

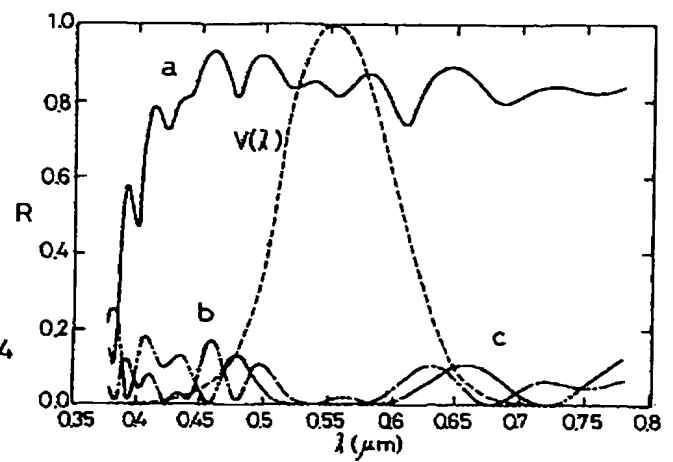
【第1図】



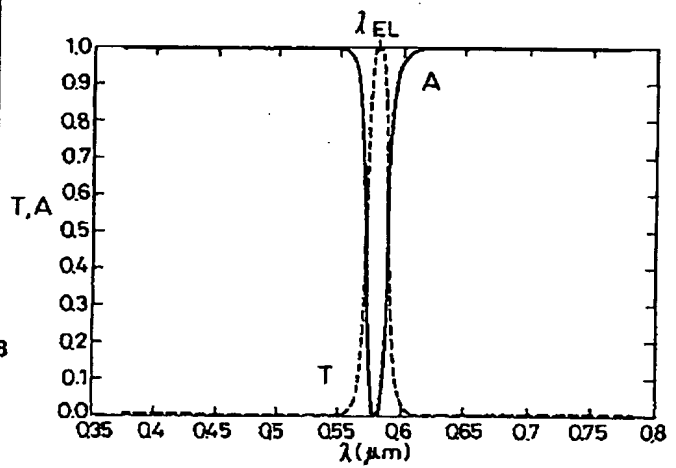
【第3図】



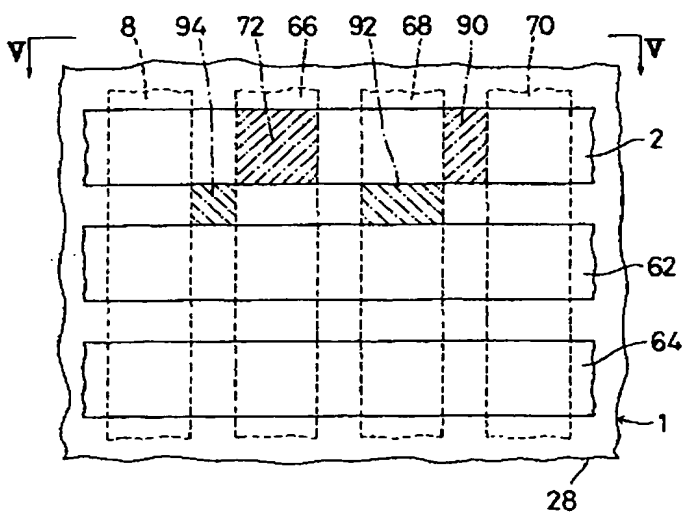
【第2図】



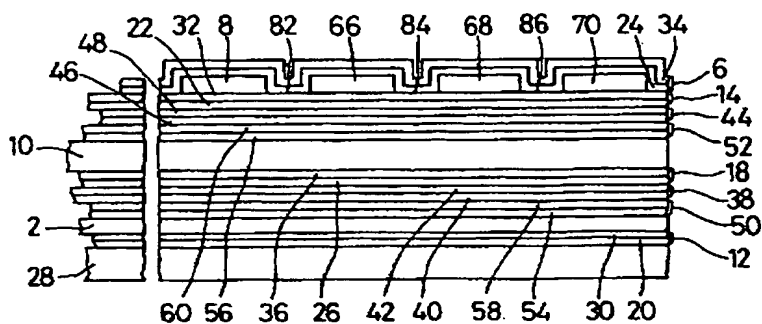
【第4図】



【第5図】



【第 6 図】



フロントページの続き

(72)発明者 ロバート シー バージカー

カナダ エル 6 エス 2 ゼット 5 オン
タリオ プラマレア メイドストン ク
レッセント 746

(56)参考文献

特開 昭63-10494 (J P, A)
特開 平2-56892 (J P, A)
特開 昭52-126188 (J P, A)
特開 平2-46695 (J P, A)
特開 昭59-219895 (J P, A)
特開 平1-315992 (J P, A)
特開 昭61-225795 (J P, A)
特開 昭61-239598 (J P, A)
実開 平3-69899 (J P, U)
実開 昭61-49999 (J P, U)
実開 昭63-43400 (J P, U)
実開 昭62-198696 (J P, U)
特公 昭40-28818 (J P, B 1)
米国特許4613793 (U S, A)
英国特許1389737 (G B, A)